

JP11164582

Publication Title:

BRUSHLESS MOTOR

Abstract:

Abstract of JP11164582

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce cogging and increase a torque constant, by constructing a driving coil with delta-connected coils and star-connected coils serially connected to current supply terminals of the delta-connected coils.

SOLUTION: Driving coils 3B and 3H, 3D and 3J, and 3F and 3L are delta-connected to constitute a delta-connected section 10. Then, driving coils 3A and 3G are serially connected to a current supply terminal 11, driving coils 3C and 3I are serially connected to a current supply terminal 12, and driving coils 3E and 3K are serially connected to a current supply terminal 13. Between the current supply terminals 21 and 22, 22 and 23, and 23 and 21, rectangular wave currents of three phases which are 120 deg. out of phase from each other are supplied. An conductive angle of the rectangular wave current is 120 deg. and its center is so controlled that counter electromotive force or the change in a quantity of magnetic flux may be maximum. By this method, a phase of driving current waveform and a phase of the change in a quantity of magnetic flux due to rotation of a rotor can be optimized, a thereby increasing a torque constant.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-164582

(43)公開日 平成11年(1999)6月18日

(51)Int.Cl.⁶

H 02 P 6/08
H 02 K 29/00

識別記号

F I

H 02 P 6/02
H 02 K 29/00

3 5 1 Z
Z

審査請求 未請求 請求項の数2 FD (全9頁)

(21)出願番号

特願平9-339337

(22)出願日

平成9年(1997)11月25日

(71)出願人 000004329

日本ピクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72)発明者 熊谷 吉樹

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ピクター株式会社内

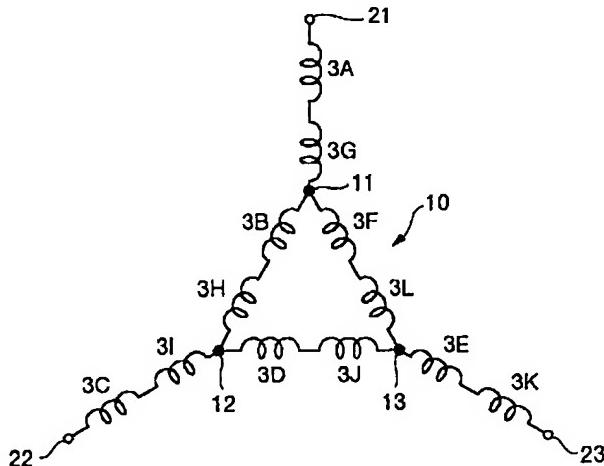
(74)代理人 弁理士 新井 孝治

(54)【発明の名称】 ブラシレスモータ

(57)【要約】

【課題】 コギングを低減し、かつトルク定数を向上させることができるブラシレスモータを提供する。

【解決手段】 複数の磁極が着磁されたロータと、複数の駆動コイル3A～3Lを有するステータとを備え、位相が120度ずれた3相の駆動電流で駆動されるブラシレスモータにおいて、前記複数の駆動コイル3A～3Lは、デルタ結線されたデルタ結線部コイル3B, 3H, 3D, 3J, 3F, 3Lと、該デルタ結線部コイルの電流供給端子11～13に直列に接続されたスター結線部コイル3A, 3G, 3C, 3I, 3E, 3Kから構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の磁極が着磁されたロータと、複数の駆動コイルを有するステータとを備え、位相が120度ずれた3相の駆動電流で駆動されるブラシレスモータにおいて、

前記複数の駆動コイルは、デルタ結線されたデルタ結線部コイルと、該デルタ結線部コイルの電流供給端子に直列に接続されたスター結線部コイルとからなることを特徴とするブラシレスモータ。

【請求項2】複数の磁極が着磁されたロータと、複数の駆動コイルを有するステータとを備え、位相が120度ずれた3相の駆動電流で駆動されるブラシレスモータにおいて、

前記複数の駆動コイルは、スター結線されたスター結線部コイルと、該スター結線部コイルの電流供給端子を接続するデルタ結線部コイルとからなることを特徴とするブラシレスモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビデオテープレコーダ等で使用され、3相の駆動コイルを備えたブラシレスモータに関する。

【0002】

【従来の技術】複数の磁極が着磁されたロータと、複数の駆動コイルを有するステータとを備え、位相が120度ずれた3相の駆動電流で駆動されるブラシレスモータの駆動コイルの接続方法として、コイルA～Lを図11に示すように結線するスター結線法と、図12に示すように結線するデルタ結線法とが従来より知られている。通常は、ロータの磁極数とコイル数の関係は、2極3コイルの整数倍または4極3コイルの整数倍とするが、コア付きモータとした場合、例えば8極12スロットとすると、図10(a)に示すようにコギングが大きくなるという問題がある。この問題を解決するためにロータの磁極数を14極とし、ステータを12スロットで構成したものが従来より知られている。以下に、14極12スロットでステータを構成し、各スロットに対応した12個のコイルを図11に示すようにスター結線した場合のコイルの導通角と、ロータの回転による磁束量の変化($d\phi/dt$)を示すサイン波の位相との関係を、図13を参照して説明する。なお、ロータの回転による磁束量の変化は、サイン波に近い波形となることから、本明細書では、全てサイン波として示している。

【0003】図11に示すU相を構成する4つのコイルA, B, G, Hの導通角は、図13にハッチングを付して示すように120°であり、その導通角の中心は、ロータの回転による磁束量の変化を示すサイン波の最大位置と15°ずれて設定される。これは、以下の理由による。

【0004】U相、V相、W相は、それぞれ120°ず

つずれた位相角(すなわち0°、120°、240°)で通電されるのに対し、コイルの配置の機械角は、 $360^\circ/12\text{コイル}=30^\circ$ であり、ロータからみた電気角は、 $30^\circ \times 7\text{極対}=210^\circ$ であるため、最も近い240°に対して30°ずれている。そこで、各コイルの導通角は、最適な導通期間、すなわち磁束量の変化が最大となる位相を中心とする期間に対して15°ずらした設定とされる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、ロータの磁極数とコイル数の関係を、2極3コイルの整数倍または4極3コイルの整数倍としてコア付きモータを構成するとコギングが大きくなるという問題があり、コギングを低減するために14極12コイルとし、従来のスター結線法によって構成した場合には、コイルの導通角が最適な導通期間からずれるため、トルク定数が低下するという問題があった。この問題は、図12に示すデルタ結線法を採用しても同様に発生する。

【0006】本発明はこの点に着目してなされたものであり、コギングを低減し、かつトルク定数を向上させることができるブラシレスモータを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項1に記載の発明は、複数の磁極が着磁されたロータと、複数の駆動コイルを有するステータとを備え、位相が120度ずれた3相の駆動電流で駆動されるブラシレスモータにおいて、前記複数の駆動コイルは、デルタ結線されたデルタ結線部コイルと、該デルタ結線部コイルの電流供給端子に直列に接続されたスター結線部コイルとからなることを特徴とする。

【0008】請求項2に記載の発明は、複数の磁極が着磁されたロータと、複数の駆動コイルを有するステータとを備え、位相が120度ずれた3相の駆動電流で駆動されるブラシレスモータにおいて、前記複数の駆動コイルは、スター結線されたスター結線部コイルと、該スター結線部コイルの電流供給端子を接続するデルタ結線部コイルとからなることを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0010】(第1の実施形態)図1は、本発明の一実施の形態にかかるブラシレスモータのステータの平面図、図2は図1のQ-Q線断面図である。このステータは、アウトサート樹脂からなる基材部1と、基材部1により絶縁され、円周上に等角度間隔で配置された12個の突極コア2a～2lと、これらの突極コア2a～2lに巻かれた駆動コイル3A～3Lと、プリント配線基板4を主たる構成要素とし、駆動コイルの端末が接続された端子ピンがプリント配線基板4に半田接続されてい

る。このブラシレスモータのロータ（図示せず）は、円筒状の形状を有し、ステータを上側から覆うように配置される。ロータは、円周方向に等間隔に14極の磁極が着磁されて構成されている。なお、ロータの磁極数は10極としてもよい。

【0011】図3は、本実施形態における駆動コイル3A～3Lの接続を示す図であり、駆動コイル3B, 3H, 3D, 3J, 3F, 3Lは、デルタ結線されてデルタ結線部10を構成する。デルタ結線部10の電流供給端子11に直列に駆動コイル3A, 3Gが接続され、デルタ結線部10の電流供給端子12に直列に駆動コイル3C, 3Iが接続され、デルタ結線部10の電流供給端子13に直列に駆動コイル3E, 3Kが接続されている。すなわち、本実施形態では、駆動コイル3B, 3H, 3D, 3J, 3F, 3Lが、デルタ結線部コイルに相当し、駆動コイル3A, 3G, 3C, 3I, 3E, 3Kが、スター結線部コイルに相当する。

【0012】なお、ロータの磁極数を10極とする場合は、図4に示すように結線する。この場合も、駆動コイル3B, 3H, 3D, 3J, 3F, 3Lが、デルタ結線部コイルに相当し、駆動コイル3A, 3G, 3C, 3I, 3E, 3Kが、スター結線部コイルに相当する。

【0013】次に、図11に示す従来のスター結線による発生トルク及び図3の結線による発生トルクを求める。

【0014】先ず従来のスター結線による発生トルクを図13を参照して求める。図13(a)～(d)において、サイン波は、各駆動コイルの位置における磁束量の変化を示しており、発生トルクは磁束量の変化と電流値の積に比例するので、ハッチングを付した導通期間において、サイン波の絶対値は発生トルクに比例する（電流値一定）。そこで、1つの駆動コイル（例えば駆動コイルA）によって発生する最大トルクをTとすると、駆動コイルA及びBによる発生トルクは、同図(e)に示すように、

$$\text{最大トルク } TAB_{\text{MAX}} = 2 \text{ T} \sin 75^\circ$$

$$\text{最小トルク } TAB_{\text{MIN}} = 2 \text{ T} \sin 75^\circ \sin 30^\circ$$

$$r = (2/3) r_1$$

という関係が得られる。

【0019】また従来のスター結線の場合のコイルの巻数をn、コイル1ターンの平均長をL、コイル断面積を

$$r = \rho n L / (S/n) = \rho n^2 L / S$$

ここで、 ρ は定数である。

【0021】同様に図3の結線の場合のコイルの巻数をn₁、コイル1ターンの平均長をL₁、コイル断面積をS₁とすると、抵抗値r₁は下記式(3)で与えられる。

【0022】

$$r_1 = \rho n_1^2 L_1 / S_1 \quad \cdots (3)$$

ここで巻線体積を同一とすると、L=L₁、S=S₁であるので、式(3)は、下記式(4)となる。

となる。駆動コイルG及びHによる発生トルクも同様であり（同図(f)）、したがってU相全体としての発生トルクは、同図(g)に示すように

$$\text{最大トルク } TUMAX = 4 \text{ T} \sin 75^\circ$$

$$\text{最小トルク } TUMIN = 4 \text{ T} \sin 75^\circ \sin 30^\circ = 2 \text{ T} \sin 75^\circ$$

となる。

【0015】V相及びW相の発生トルクは、同図(h)(i)に示すように、U相の発生トルクの位相を120°及び240°ずらせたものとなるので、全体の発生トルクは同図(j)に示すようになる。すなわち、最大トルクTTMAXは、2つの相のトルクの和の最大値に等しいので、

$$TTMAX = 8 \text{ T} \sin 75^\circ \sin 60^\circ = 6.69 \text{ T}$$

となり、最小トルクTTMINは、1つの相の最小トルクと、1つの相の最大トルクの和に等しいので、

$$TTMIN = TUMIN + TUMAX = 6 \text{ T} \sin 75^\circ = 5.80 \text{ T}$$

となる。

【0016】次に図3の結線を採用する場合の発生トルクを求める。

【0017】図3の結線を採用する場合、巻線スペースが同一であれば、デルタ結線部のコイルの抵抗値と、スター結線部のコイルの抵抗値とが同一となるように線材径及び巻数をそれぞれ別に設定した方が最も効率がよいが、すべてのコイルを同一の線材径及び巻数としても、以下に述べるように従来のスター結線と同程度のトルクを得ることができる。

【0018】ここで、従来のスター結線の場合の1つのコイルの抵抗値をrとし、図3に示す結線の場合の1つのコイルの抵抗値をr₁とすると、入力を同一にするために各端子間の合成抵抗を同一とするための条件は、

$$8r = 4r_1 + 1/(1/2r_1 + 1/4r_1)$$

であり、これより

$$\cdots (1)$$

Sとすると、抵抗値rは下記式(2)で与えられる。

【0020】

$$\cdots (2)$$

【0023】

$$r_1 = \rho n_1^2 L / S \quad \cdots (4)$$

式(1)に式(2)、(4)を代入して $\rho n^2 L / S = (2/3) \rho n_1^2 L / S$ これより、

$$n_1 = (3/2)^{(1/2)} n \quad \cdots (5)$$

とすればよいことがわかる。

【0024】図5は、本実施形態における各駆動コイルの駆動電流波形（ステップ状の波形）及び逆起電圧波形

(サイン波形)を示す図であり、同図の最上部に示すロータ磁極101と突極コア2a～21との相対位置に対応して示されている。図3の電流供給端子21～22間、22～23間及び23～21間には、位相が120°ずれた3相の矩形波電流が供給され、その導通角は120°であってその中心は、逆起電圧、すなわち磁束量の変化が最大となるタイミングと一致するように制御される。そのときスター結線部の駆動コイル3A、3G、3C、3I、3E、3Kには、供給電流波形に対応した電流が流れるが、デルタ結線部の駆動コイル3B、3H、3D、3J、3F、3Lには、位相角60°毎に変化するステップ状の電流が流れる。例えば駆動コイル3Bを例にとると、端子21～22間に電流が流れるときは、駆動コイル3Aを流れる電流の(2/3)が流れ、端子22～23間に電流が流れるときは、駆動コイル3Cを流れる電流の(1/3)が流れ、端子23～21間に電流が流れるときは、駆動コイル3Kを流れる電流の(1/3)が流れるので、位相角60°毎にレベルが変

$$\text{最大トルク } T_{AMAX} = (3/2)^{(1/2)} T$$

$$\begin{aligned} \text{最小トルク } T_{AMIN} &= (3/2)^{(1/2)} \sin 30^\circ T \\ &= (3/2)^{(1/2)} T/2 \end{aligned}$$

となる(同図(a))。したがって、駆動コイル3A及び3Gによって発生するトルクは、

$$\text{最大トルク } T_{AGMAX} = 2(3/2)^{(1/2)} T$$

$$\text{最小トルク } T_{AGMIN} = (3/2)^{(1/2)} T$$

となる(同図(c))。

$$\text{最大トルク } T_{S MAX} = 4(3/2)^{(1/2)} T \sin 60^\circ = 3T 2^{(1/2)}$$

$$\text{最小トルク } T_{S MIN} = 3T (3/2)^{(1/2)}$$

となる。

【0028】次にデルタ結線部(デルタ部)の駆動コイルによって発生するトルクについて説明する。デルタ結線部の駆動コイルの通電電流は、スター結線部の駆動コイルに比較して、位相角0°～60°(180°～240°)の範囲では1/3、60°～120°(240°

$$\begin{aligned} \text{最大トルク } T_{HJLMAX1} &= (3/2)^{(1/2)} T \times (2/3) \\ &= (2/3)^{(1/2)} T \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{最小トルク } T_{HJLMIN1} &= (3/2)^{(1/2)} T \times (2/3) \sin 60^\circ \\ &= (1/2)^{(1/2)} T \end{aligned}$$

となる(同図(j))。

【0029】また、位相角60°～120°以外の範囲

$$\begin{aligned} \text{最大トルク } T_{HJLMAX2} &= (3/2)^{(1/2)} T \times (1/3) \\ &= (1/6)^{(1/2)} T \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{最小トルク } T_{HJLMIN2} &= (3/2)^{(1/2)} T \times (1/3) \sin 60^\circ \\ &= (1/2)^{(1/2)} T \end{aligned}$$

となる(同図(k))。したがって、デルタ結線部全体(駆動コイル3H、3J、3L、3B、3D、3F)の

$$\begin{aligned} \text{最大トルク } T_{DMAX} &= 2 \times (T_{HJLMAX1} + T_{HJLMAX2}) \\ &= 2T ((2/3)^{(1/2)} + (1/6)^{(1/2)}) \\ &= 6^{(1/2)} T \end{aligned}$$

$$\text{最小トルク } T_{DMIN} = 2 \times (T_{HJLMIN1} + T_{HJLMIN2})$$

化し、しかもその位相が電流供給端子21～23に供給される駆動電流の位相に対して30°ずれた電流が供給される。その結果、駆動電流のピーク位置を逆起電圧波形のピーク位置と一致させることができ、従来のスター結線の場合のように、駆動電流の位相を15°ずらす必要がなくなり、トルク定数を向上させることができる。

【0025】なお、10極12コイルの場合の駆動電流波形及び逆起電圧波形を図6に示す。同図の波形は、最上部に示すロータ磁極102と突極コア2a～21との相対位置に対応している。この場合もデルタ結線部の電流波形のピーク位置を、逆起電圧波形のピーク位置を一致させることができる。

【0026】次に図7を参照して、本実施形態のブラシレスモータにおける発生トルクを説明する。先ずスター結線部(スター部)の駆動コイル3Aによって発生するトルクは、巻数n₁が、従来のスター結線の場合の(3/2)^(1/2)であるので、

【0027】駆動コイル3C及び3Iによって発生するトルク並びに駆動コイル3E及び3Kによって発生するトルクは、それぞれ同図(d)、(e)に示すようになるので、スター結線部の駆動コイルによる合成の発生トルクは、

～300°)の範囲では2/3、120°～180°(300°～360°)の範囲では1/3であるので、デルタ結線部の駆動コイル3H、3J、3Lによって発生する合成トルクは、位相角60°～120°の範囲では、

では、

$$\text{最大トルク } T_{HJLMAX1} = (3/2)^{(1/2)} T \times (2/3)$$

$$= (2/3)^{(1/2)} T$$

$$\text{最小トルク } T_{HJLMIN1} = (3/2)^{(1/2)} T \times (2/3) \sin 60^\circ$$

$$= (1/2)^{(1/2)} T$$

発生トルクは、

$$= 2T \left((1/2)^{(1/2)} + (1/2) (1/2)^{(1/2)} \right)$$

$$= 3 (1/2)^{(1/2)} T$$

となる（同図（1））。したがって、スター結線部とデルタ結線部による合成発生トルクは、

$$\text{最大トルク } TTMAX = TS MAX + TD MAX$$

$$= (3 \times 2^{(1/2)} + 6^{(1/2)}) T = 6.69 T$$

$$\text{最小トルク } TTMIN = TS MIN + TD MIN$$

$$= (3 \times (3/2)^{(1/2)} + 3 \times (1/2)^{(1/2)}) T$$

$$= 5.80 T$$

となり（同図（m））、前述した通常のスター結線の場合と同一となる。

【0030】次に図3の構成において、スター結線部の駆動コイルの抵抗値と、デルタ結線部の駆動コイルの抵抗値と異なる値に設定する場合について説明する。

【0031】既に説明したようにすべての駆動コイルの抵抗値を r_1 としたとき、スター結線部の合成抵抗は $4r_1$ であり、デルタ結線部の合成抵抗は、 $(4/3)r_1$ であるので、スター結線部に印加される電圧 V_S は、全体の $3/4$ で、デルタ結線部に印加される電圧 VD は、

$$\text{最大トルク } TS MAX 2 = TS MAX \times (2/3)^{(1/2)}$$

$$= 3T 2^{(1/2)} \times (2/3)^{(1/2)}$$

$$= 2T 3^{(1/2)}$$

$$\text{最小トルク } TS MIN 2 = TS MIN \times (2/3)^{(1/2)}$$

$$= 3T (3/2)^{(1/2)} \times (2/3)^{(1/2)}$$

$$= 3T$$

となる。

【0032】同様にデルタ結線部の駆動コイルの抵抗値を r_1 とは異なる r_3 に設定し、デルタ結線部に印加される電圧 VD を全体の $1/2$ となるようにする条件は、

$$(16/3)r_1 \times (1/2) = (4/3)r_3$$

$$\text{最大トルク } TD MAX 2 = TD MAX \times 2^{(1/2)}$$

$$= 6^{(1/2)} T \times 2^{(1/2)}$$

$$= 2T 3^{(1/2)}$$

$$\text{最小トルク } TD MIN 2 = TD MIN \times 2^{(1/2)}$$

$$= 3T (1/2)^{(1/2)} \times 2^{(1/2)}$$

$$= 3T$$

となり、 $TD MAX 2 = TS MAX 2$, $TD MIN 2 = TS MIN 2$ となる。

【0033】図8は、スター結線部の印加電圧 V_S の全体の電圧に対する比率 RVS を変化させたときの、スター結線部の発生トルク $TRQS$ 、デルタ結線部の発生トルク $TRQD$ 及び両者の合計である合成トルク $TRQT$ の変化を示す図である。このように、スター結線部及び

$$\text{最大トルク } TR QT MAX = TS MAX 2 + TD MAX 2 = 4T 3^{(1/2)}$$

$$\text{最小トルク } TR QT MIN = TS MIN 2 + TD MIN 2 = 6T$$

となり、従来のスター結線を採用した場合の1.035倍のトルクを発生させることができる。

【0034】図10（b）は本実施形態の構成を採用した場合の、コギングの特性を示す図であり、同図（a）の8極12スロットに比べて大幅に改善される。

【0035】なお、10極12コイルの構成を採用した

全体の $1/4$ である。そこで、スター結線部の駆動コイルの抵抗値を r_1 とは異なる r_2 に設定し、スター結線部に印加される電圧 V_S を全体の $1/2$ となるようにする条件は、

$$(16/3)r_1 \times (1/2) = 4r_2$$

であり、これから $r_2 = (2/3)r_1$ となる。したがって、スター結線部の駆動コイルの巻数を n_2 とし、巻線体積を同一とすると、前述した場合と同様に $n_2 = (2/3)^{(1/2)}$ となる。よってスター結線部の発生トルクは、

であり、これから $r_3 = 2r_1$ となる。したがって、スター結線部の駆動コイルの巻数を n_3 とし、巻線体積を同一とすると、前述した場合と同様に $n_3 = 2^{(1/2)}$ となる。よってデルタ結線部の発生トルクは、

デルタ結線部の発生トルク $TRQS$, $TRQD$ はそれぞれの印加電圧の平方根に比例するので、合成トルク $TRQT$ は、 $RVS = 50\%$ のとき最大となる。すなわち上所述したように、スター結線部及びデルタ結線部にそれぞれ同一の電圧が印加されるように構成することが望ましい。この場合の発生トルクは、

場合でも、逆起電圧波形と導通角の位相関係は、14極12コイルの構成と同様となるため、合成トルクも同様に算出することができる。

【0036】（第2の実施形態）図9は、本発明の第2の実施形態にかかる駆動コイル3A～3Lの結線を示す図であり、本実施形態の駆動コイルは、スター結線され

たスター結線部コイル3A, 3G, 3C, 3I, 3E, 3Kと、これらのスター結線部コイルの電流供給端子3-1, 3-2, 3-3を接続するデルタ結線部コイル3B, 3H, 3D, 3J, 3F, 3Lとからなる。

【0037】本実施形態におけるコイルの巻数 n_1 の設定は、第1の実施形態と同一であり、駆動電流波形及び逆起電圧波形も、第1の実施形態(図5または6)と同一である。したがって、第1の実施形態と同様の効果を奏する。

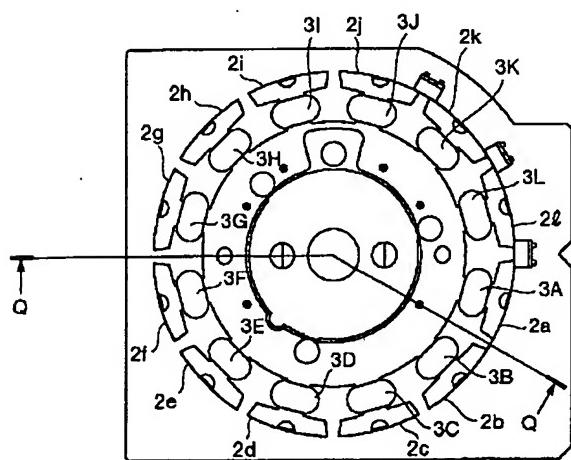
【0038】(その他の実施形態)なお本発明は上述した実施形態に限るものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上述した実施形態では、14極12コイルまたは10極12コイルの例を示したが、これに限るものではなく、これらの整数倍の構成(例えば28極24コイル、20極24コイルなど)を採用してもよい。

【0039】

【発明の効果】以上詳述したように請求項1に記載の発明によれば、複数の駆動コイルが、デルタ結線されたデルタ結線部コイルと、該デルタ結線部コイルの電流供給端子に直列に接続されたスター結線部コイルとから構成され、デルタ結線部コイルの駆動電流波形の位相が、スター結線部コイルの駆動電流波形の位相とずれるので、駆動電流波形の位相と、ロータの回転による磁束量の変化の位相とを最適なものとすることができる、トルク定数を向上させることができる。

【0040】請求項2に記載の発明によれば、複数の駆動コイルが、スター結線されたスター結線部コイルと、該スター結線部コイルの電流供給端子を接続するデルタ結線部コイルとから構成されるので、請求項1に記載の発明と同様の効果を奏する。

【図1】



【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかるブラシレスモータのステータの平面図である。

【図2】図1のQ-Q線断面図である。

【図3】14極12コイルの場合のステータの駆動コイルの結線を示す図である。

【図4】10極12コイルの場合のステータの駆動コイルの結線を示す図である。

【図5】14極12コイルの場合の駆動電流波形及び逆起電圧波形を示す図である。

【図6】10極12コイルの場合の駆動電流波形及び逆起電圧波形を示す図である。

【図7】発生トルクの算出方法を説明するための図である。

【図8】スター結線部に印加する電圧の比率に対する発生トルクの変化を示す図である。

【図9】本発明の第2の実施形態にかかるステータの駆動コイルの結線を示す図である。

【図10】コギング特性を示す図である。

【図11】従来の駆動コイルの結線を示す図である。

【図12】従来の駆動コイルの結線を示す図である。

【図13】図11の結線を採用した場合の発生トルクの算出方法を説明するための図である。

【符号の説明】

1 基材部

2a~2l 突極コア

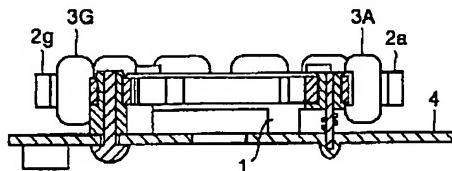
3A~3L 駆動コイル

10 デルタ結線部

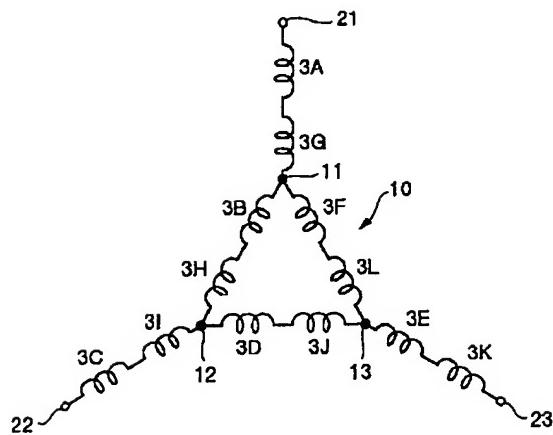
11~13 電流供給端子

31~33 電流供給端子

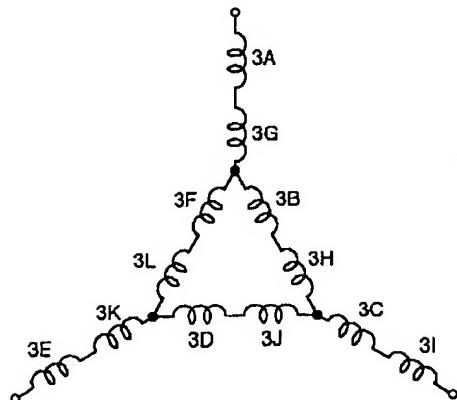
【図2】



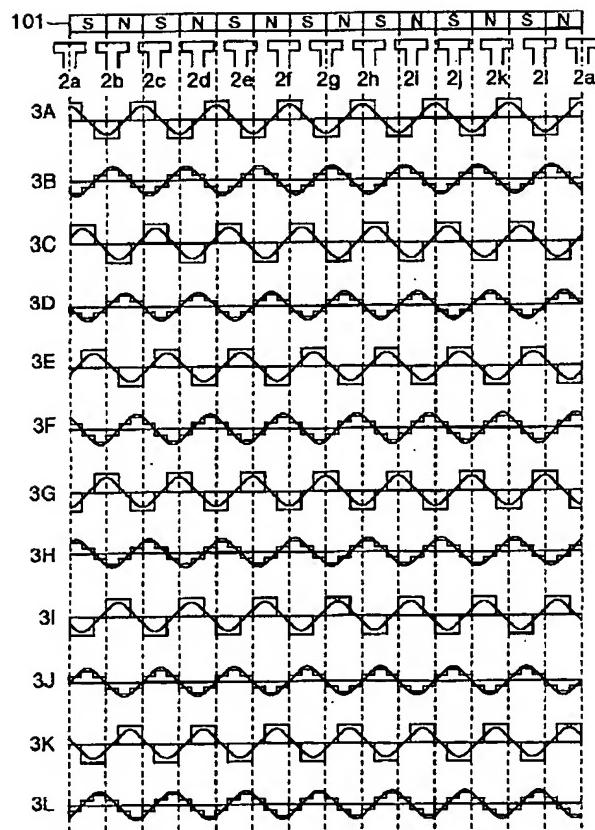
【図3】



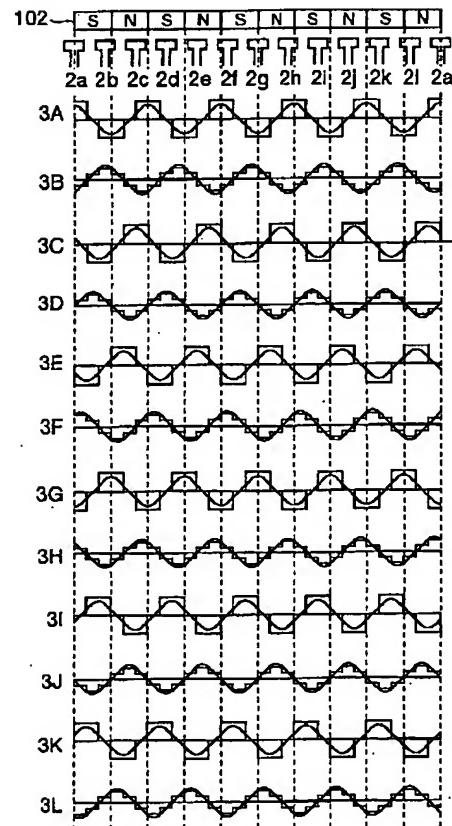
【図4】



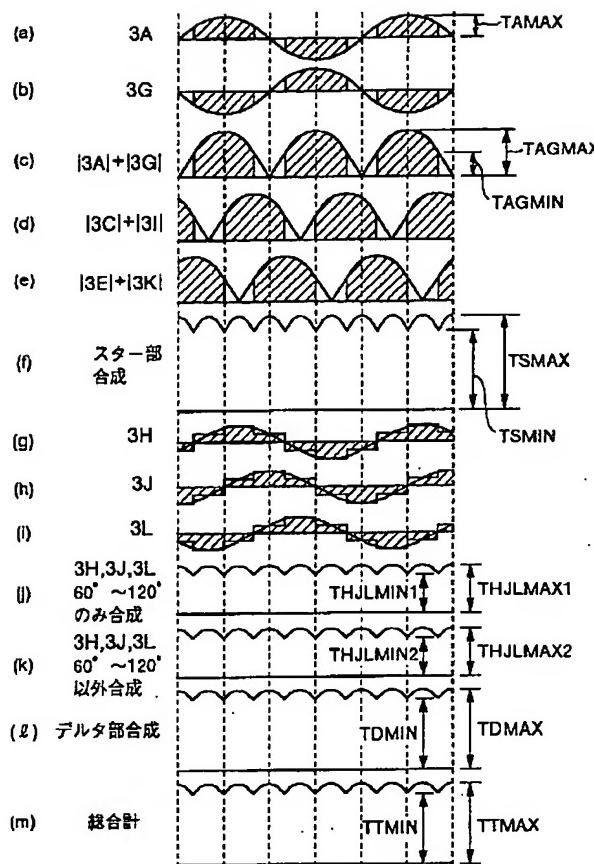
【図5】



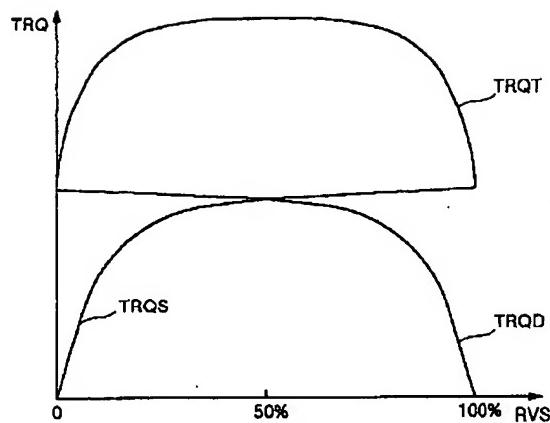
【図6】



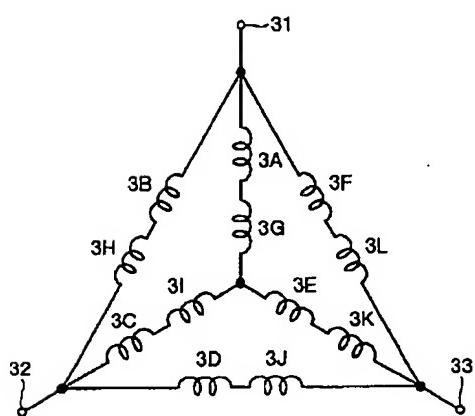
【図7】



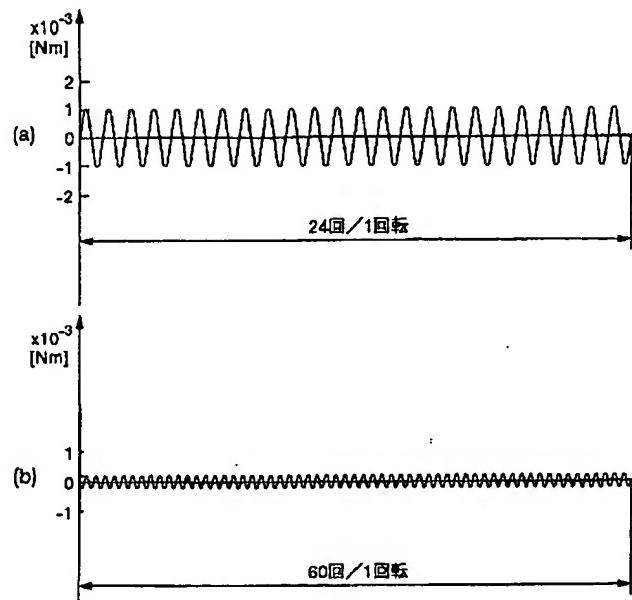
【図8】



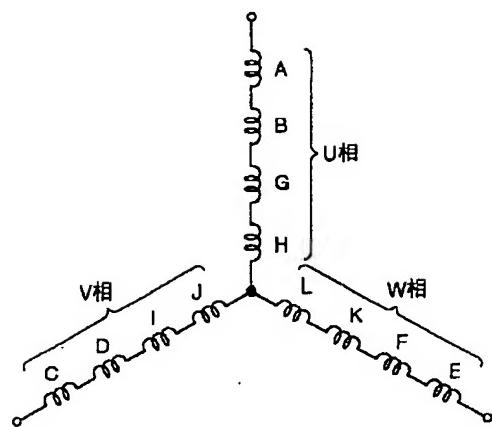
【図9】



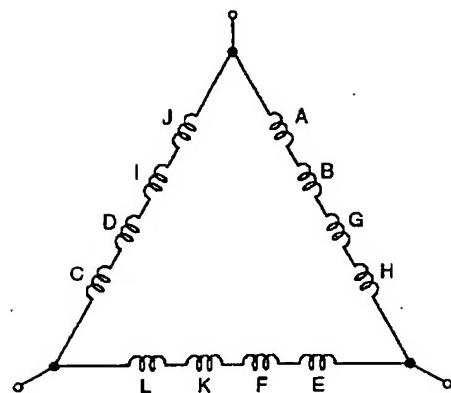
【図10】



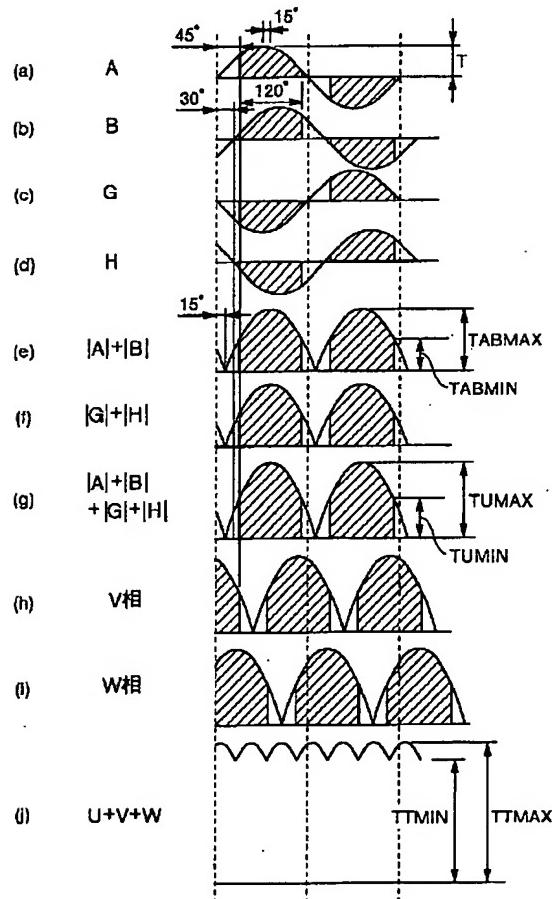
【図11】



【図12】



【図13】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox